

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



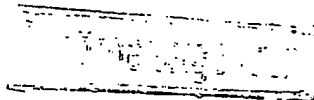
DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑪ DE 30 06 695 A 1

⑤① Int. Cl. 3:  
C 21 D 9/04

② Aktenzeichen:  
② Anmeldetag:  
③ Offenlegungstag:

P 30 06 695.6-24  
22. 2. 80  
27. 8. 81



⑦① Anmelder:  
Klöckner-Werke AG, 4100 Duisburg, DE

⑦② Erfinder:  
Koerfer, Egon, Dr.-Ing., 4500 Osnabrück, DE; Groß, Klaus,  
4504 Georgsmarienhütte, DE

DE 30 06 695 A 1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑦④ Verfahren zum induktiven Wärmebehandeln von Schienenköpfen

DE 30 06 695 A 1

ORIGINAL INSPECTED

BUNDESDRUCKEREI BERLIN 07. 81 130 035/281

4/80

Patentansprüche

1. Verfahren zum induktiven Wärmebehandeln von Schienenköpfen, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung der Schiene aus der Walzhitze bis zum Abschluß der  $\gamma/\alpha$ -Umwandlung erfolgt, die Abkühlung dann unterbrochen, der Schienenkopf zur Erzeugung von Austenit wiedererwärmt und anschließend in an sich bekannter Weise zur Einstellung eines Sorbitgefüges beschleunigt abgekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig zur Wiedererwärmung des Schienenkopfes der Steg- und Fußteil der Schienen einer Anlaßbehandlung unterworfen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnden Schienen vor Beginn ihrer Abkühlverwerfung im halbwarmen Zustand in die Vorrichtung für die Wärmebehandlung eingebracht und durch Führungen so gehalten werden, daß die Schienen nach der Behandlung gerade sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch ein zusätzliches Richten im kalten Zustand der Schienen.

Verfahren zum induktiven Wärmebehandeln von Schienenköpfen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum induktiven Wärmebehandeln von Schienenköpfen.

Zur Herstellung hochverschleißfester Schienen bieten sich prinzipiell drei bekannte Verfahrenswege an:

Der erste Verfahrensweg besteht darin, die Schienen aus einem legierten Schienenstahl zu walzen. Durch Abstimmung der Legierungszusätze auf den normalen Abkühlungsverlauf der Schienen nach dem Walzen können Schienen hoher Festigkeit hergestellt werden.

Abgesehen von der Verteuerung der Schienen durch die Legierungskosten hat dieser Verfahrensweg den Nachteil, daß die höchsten Festigkeitswerte im Steg-Fußbereich der Schienen eingestellt werden, d.h. in dem Teil der Schienen, der weniger fest dafür aber zäh und kerbunempfindlich sein sollte. Darüber hinaus erfordern diese naturharten hochfesten Schienen einen beträchtlichen Sonderaufwand bei den heute üblichen Schweißverfahren.

Der zweite Verfahrensweg besteht darin, Schienen aus genormten Schienenstählen zu walzen und ihre Abkühlung aus der Walzhitze so zu beschleunigen, daß die Schienen eine höhere Festigkeit annehmen. Die beschleunigte Abkühlung kann mit Hilfe von Luft- bzw. Luft/Wasser-Düsen (DE-PS 2 148 722) oder auch durch Eintauchen in ein nicht zu schroff wirkendes Abkühlmedium (Öl oder kochendes Wasser, DE-PS 2 429 338) erfolgen.

Als Nachteil ist zu betrachten, daß diese Verfahren wegen streuender Walzendtemperaturen zu schwankenden Festigkeitswerten und damit zu Unsicherheiten im Behandlungseffekt führen. Weiterhin ist nachteilig, daß grobe Walzstrukturen der beschleunigten Abkühlung unterworfen werden und darum keine optimalen Zähigkeitswerte ergeben.

Diese Nachteile vermeidet das dritte Verfahren, das die höheren Festigkeitswerte in einer vom Schienenwalzen völlig getrennten Wärmebehandlung einstellt. Die Wiedererwärmung ist temperaturmäßig sicher zu steuern und führt zu einer Umkörnung des Gefüges, das damit auch gute Zähigkeitseigenschaften aufweist.

Diese nachträgliche Wärmebehandlung kann als Vollvergütung den ganzen Schienenquerschnitt erfassen, sie kann sich jedoch auch auf den dem Verschleiß unterliegenden Teil des Schienenkopfes beschränken.

Hohe Investitions- und Energiekosten sowie eine mengenmäßig begrenzte Behandlungskapazität der hierfür erforderlichen Anlagen haben dazu geführt, daß wärmebehandelte Schienen nur in begrenztem Umfang zum Einsatz kommen.

Es ist bekannt, daß das Betriebsverhalten der Schienen hauptsächlich von ihrem Widerstand gegen abtragenden und verquetschenden Verschleiß abhängig ist. Diese Eigenschaft erhalten die hochverschleißfesten Schienen aus ihrem feinstperlitischen, im allgemeinen Sprachgebrauch auch "sorbitisch" genannten Gefügebau, der möglichst keinen freien Ferrit enthalten sollte. Perlitlamellenabstand und -dicks sind neben der Korngröße bestimmend für die Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften perlitischer Stähle. Aber auch hierbei ist ein Anstieg der Festigkeit mit einem Abbau der Zähigkeitswerte verbunden. Da hohe Festigkeitswerte bei Schienen nur im Verschleißbereich des Kopfes erforderlich sind, der Steg- und Fußbereich jedoch zäh und kerbunempfindlich sein sollte, muß das Ziel aller Verbesserungsmaßnahmen diesen Forderungen möglichst nahe kommen.

130035/0221

BAD ORIGINAL

Darüber hinaus wird das Betriebsverhalten von Schienen nach neueren Erkenntnissen ganz wesentlich von ihrem Eigenspannzustand mitbestimmt. Hohe Eigenspannungen können durch Überlagerung mit Betriebs- und Wärmespannungen im Gleis - insbesondere im geschweißten Gleis- zu örtlichen Überschreitungen der Dauerfestigkeit und damit zu bleibenden Schädigungen im Schienenstahl führen. Ein Zusammenhang des Eigenspannungszustandes mit der bis heute ungeklärten Ursache der Riffelbildung wird auch vermutet.

Die Vermeidung hoher Eigenspannungen bei der Schienenherstellung ist wegen des ungünstigen Wärmegleichgewichtes aller Schienenprofile sehr schwierig. Vorschläge zu ihrer Verminderung führen durchweg zu einer Abkühlungsverzögerung nach dem Walzen und damit zu einer Einschränkung der Kapazität von Walzstraßen. Darüber hinaus wird die festigkeitsmäßige Ausnutzung der Stahlzusammensetzung durch diese Maßnahmen verhindert (DE-PS 1 942 929, DE-PS 2 447 019).

Zur Herabsetzung der Spannungen bei wärmebehandelten Schienen ist es bekannt (DE-AS 1 255 689), die Schienen über ihre gesamte Länge innerhalb der Elastizitätsgrenze im kalten Zustand konvex durchzubiegen, den Schienenkopf über die Austenitisierungstemperatur zu erwärmen, abzuschrecken und nach Verstreichen einer vorgegebenen Zeit durch die vom Kern des Schienenkopfes abgegebene Wärme an die Außenhaut selbst anzulassen, auf Umgebungstemperatur abzukühlen und dann die eingespannte Schiene freizugeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum induktiven Wärmebehandeln von Schienenköpfen zu schaffen, das in die Schienenwalzung eingegliedert werden kann und darüber hinaus eine energiesparende und kostengünstige Herstellung wärmebehandelter Schienen erlaubt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Abkühlung der Schienen aus der Walzhitze bis zum Abschluß der

$\gamma/\alpha$ -Umwandlung erfolgt, die Abkühlung dann unterbrochen, der Schienenkopf zur Erzeugung von Austenit wiedererwärmt und anschließend in an sich bekannter Weise zur Einstellung eines Sorbitgefüges beschleunigt abgekühlt wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden gleichzeitig zur Wiedererwärmung des Schienenkopfes Schienensteg und Schienenfuß einer Anlaßbehandlung unterzogen, die, wie üblich, bei ca. 600°C liegen kann.

Durch diese Maßnahmen wird erreicht, Schienen herzustellen, die hohe Verschleiß- und Dauerfestigkeit im Schienenkopf mit guten Zähigkeitswerten bei großer Kerbunempfindlichkeit im Schienensteg und Schienenfuß verbinden und darüber hinaus weitgehende Freiheit von Eigenspannungen aufweisen. Die gute Schweißbeignung genormter verschleißfester Kohlenstoffstahlschienen wird nicht beeinträchtigt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann z.B. in der Weise durchgeführt werden, daß die Abkühlung der in an sich bekannter Weise gewalzten Kohlenstoffstahlschienen in einem Temperaturbereich zwischen 650°C und 450°C, d.h. zu dem Zeitpunkt, in dem die  $\gamma/\alpha$ -Umwandlung vollständig abgeschlossen ist, unterbrochen und der Randbereich des Schienenkopfes bis zu einer Tiefe von mehr als 15 mm erneut austenitisiert und anschließend beschleunigt abgekühlt wird. Die Wiedererwärmung der Schienenkopfrandzone erfolgt induktiv mit herkömmlichen Anlagen, die erfindungsgemäß mit einer zusätzlichen Einrichtung für die Beheizung des Steg-Fußteils der Schiene ausgerüstet sind. Die Abkühlung der Schienen nach dem Walzen wird somit erfindungsgemäß zu dem Zeitpunkt unterbrochen, in dem die unterschiedliche Wärmeschrumpfung im Schienenprofil noch nicht zum Verwerfen der Schienengeführt hat.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die zu behandelnden Schienen vor Beginn ihrer Abkühlungsverwerfung im halbwarmen Zustand in die Vorrichtung für die Wärmebehandlung

eingebracht und durch Führungen so gehalten, daß die Schienen nach der Behandlung gerade sind, d.h. mittels Führungen werden die noch geraden Schienen durch die Vorrichtung für die Wärmebehandlung hindurchgefahren und dabei so gehalten, daß die Schienen nach der Behandlung gerade sind.

Durch die Wärmeausdehnung des wiedererwärmten Schienenkopfes wird dieser Vorgang unterstützt; gleichzeitige Wärmezufuhr im Steg-Fußbereich auf eine Temperatur von ca. 600°C verhindert einen Eigenspannungsaufbau.

Beim beschleunigten Abkühlen des wiedererwärmten Schienenkopfes, das in Abhängigkeit von der gewählten Stahlzusammensetzung mit Hilfe von beschleunigter Luft oder einem Luft-Wasser-Gemisch durchgeführt werden kann, stellt sich im Schienenkopf das gewünschte feinstlamellare feinkörnige Parlitgefüge hoher Festigkeit ein. Durch die parallel dazu ablaufende Volumenverminderung wird die Schiene gerade gehalten, wobei die noch vorhandene Anlaßtemperatur im Schienenfuß den Aufbau von Zugspannungen verhindert. Die Schiene verläßt somit gerade und eigenspannungsfrei die Behandlungsanlage, d.h. die Vorrichtung für die Wärmebehandlung.

Um geringste Toleranzen für die Geradheit und Welligkeit von Schienen, die besonders geeignet sind zum Verlegen in Strecken mit Schwerlast- und/oder Schnellstverkehr, einzustellen, kann in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ein zusätzliches Richten im kalten Zustand erfolgen. Die hierbei erforderliche Richtarbeit ist dann so gering, daß so gefertigte Schienen noch immer eigenspannungsarm und im Vergleich zu Schienen bisheriger Fertigung wesentlich betriebssicherer sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist folgende wesentliche Vorteile auf:

Die induktive Wiedererwärmung eines Teils des Schienenkopfes überbrückt nur noch eine Temperaturdifferenz von ca. 300°C, wobei die Nähe des Curie-Punktes die Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme noch wesentlich begünstigt. Das Temperaturgefälle zum nicht wiedererwärmten Teil des Schienenkopfes ist

gering und vermeidet darum Energieverluste. Die elektrische Kapazität der Induktionsanlage könnte verringert werden, wenn es nicht vorteilhafter wäre, die Durchsatzleistung einer derartigen Anlage um ein Mehrfaches zu steigern. Hierdurch ist es möglich, die Durchlaufgeschwindigkeit der Anlage dem Walztakt anzugleichen.

Die Erfinder hatten erkannt, daß ein wesentlicher Vorteil des durch Wärmebehandlung erzielten feinstperlitisches Gefüges auf seiner Feinkörnigkeit beruht. Sie wird durch den Umkörnungseffekt erzielt, für den es jedoch gleichgültig ist, ob der Stahl der ersten Gefügeumwandlung völlig abgekühlt war oder ob er unmittelbar nach Abschluß der Gefügeumwandlung nach dem Walzen wieder reaustenitisiert wurde.

Durch die in der Behandlungsanlage erfolgte Anlaßbehandlung des Steg- und Futeils der Schiene wird die Walzhärte in diesem Teil der Schiene abgebaut und ihre Zähigkeit und Kerbunempfindlichkeit wesentlich erhöht. Die Betriebssicherheit so behandelter Schienen ist verbessert, ihre Gefährdung durch fehlerhafte Behandlung bei Schweiß- und Verlegearbeiten ist reduziert.

Durch Unterbrechung der Abkühlung nach dem Walzen wird die aus dem Wärmeungleichgewicht herrührende Verwerfung der Schienen und die bisher zwangsläufig daraus folgende Richtarbeit an der kalten Schiene vermieden. Die Einbringung der walzwarmen Schienen in die Behandlungsanlage erlaubt ein Vorbiegen ohne wesentlichen Kraftaufwand und ohne den Aufbau von Spannungen. Die gesteuerte Abkühlung nach der Wiedererwärmung führt zu einer nahezu geraden und eigenspannungsfreien Schiene, die nur noch geringfügig nachgerichtet werden muß.